

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра транспорта и дорожного строительства

А.Ю. Шаров

ДОРОЖНЫЕ УСЛОВИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

Методические указания для практических и лабораторных занятий .
для студентов очной и заочной форм обучения
направления 653600 – Транспортное строительство,
специальности 291000 – Автомобильные дороги и аэродромы,
специализации – Автомобильные дороги
по дисциплине – Дорожные условия и безопасность движения

Екатеринбург
2004

Печатаются по рекомендации методической комиссии лесоинженерного факультета, протокол № от 2004 года.

Методические указания предназначены для проведения практических работ по курсу «Дорожные условия и безопасность движения» для студентов очной и заочной форм обучения по специальности 291000 «Автомобильные дороги и аэродромы». В работе рассмотрены основные вопросы и темы для выполнения технических расчетов и назначения параметров безопасного движения автотранспортных средств (время торможения, путь торможения, скорость движения из условий начала глиссирования), выполнения технических расчетов по установке дорожных ограждений, исходя из вероятности съезда с дороги, наезда на препятствие или опрокидывания транспортных средств, составления схемы обустройства автомобильной дороги.

Рецензент доцент Л.М. Дидковская

Редактор Т.В. Давлятова

Подписано в печать		Поз. 2
Плоская печать	Формат 60 x 84 1/16	Тираж 50 экз.
Заказ	Печ. л 2,94	Цена руб. коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ

Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Дорожные условия и безопасность движения» является важной специальной учебной дисциплиной в подготовке инженеров–строителей автомобильных дорог. Круг знаний дисциплины необходим будущим молодым специалистам независимо от конкретной сферы дорожного хозяйства и позволит им:

- выполнять технические расчеты для назначения параметров безопасного движения автотранспортных средств (время торможения, путь торможения, скорость движения из условий начала глиссирования);
- выполнять технические расчеты по установке дорожных ограждений исходя из вероятности съезда с дороги, наезда на препятствие или опрокидывания транспортных средств;
- составлять схему обустройства автомобильной дороги.

1. Определение технической возможности водителя предотвратить ДТП торможением.

Существуют два основных режима торможения – служебное (задача – остановить автомобиль не нарушая удобство езды пассажира и безопасность движения) и аварийное – торможение, грозящее опасным, внезапным, полным отказом автомобиля и системы ВАДС (водитель – автомобиль – дорога – среда) в целом. Задача – остановиться, сохраняя требуемую траекторию движения .

Эффективность торможения оценивается величиной тормозного пути или отрицательного ускорения (замедления). В зависимости от того, какие колеса тормозные – передние, задние или все, какой автомобиль – легковой или грузовой эффективность торможения будет различной, что объясняется перераспределением вертикальных реакций на колесах при торможении [8] (рис. 1.1.).

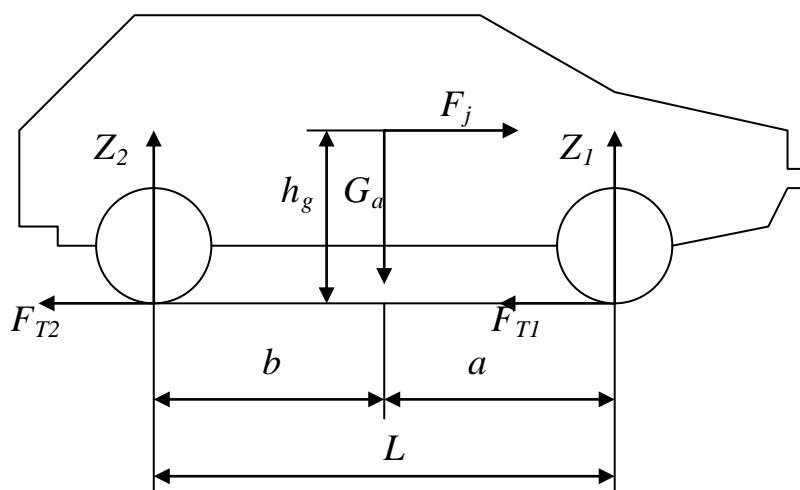


Рисунок 1.1. Силы, действующие на автомобиль при торможении.

где: G_a – сила тяжести; Z_1, Z_2 – вертикальные реакции, F_{T1}, F_{T2} – тормозные силы; F_j – сила инерции, $F_j = j_T \frac{G_a}{g}$ (1); j_T – замедление при торможении на горизонтальном участке без учета сопротивления ветра; h_g – высота центра тяжести; a – расстояние от передней оси до центра тяжести; b – расстояние от задней оси до центра тяжести; L – база автомобиля.

Для определения замедления при торможении воспользуемся расчетной схемой (рис. 1.1.) [8].

I. Все колеса тормозные.

1. Определим сумму моментов относительно точек контакта задних и передних колес.

$$Z_1 L - G_a b - F_j h_g = 0 \quad (1.1)$$

$$Z_2 L - G_a a + F_j h_g = 0 \quad (1.2)$$

2. Проектируя силы на ось X, получаем:

$$F_T = F_{T1} + F_{T2} = F_j \quad (1.3)$$

3. Воспользуемся понятием удельной тормозной силы. Удельная тормозная сила определяется по следующей зависимости:

$$\gamma = \frac{F_{Ti}}{G_a} \quad (1.4)$$

Удельная тормозная сила лежит в пределах $-0 < \gamma \leq \varphi$

где: φ - коэффициент сцепления шины с дорогой при торможении.

Учитывая удельную тормозную силу, получим следующие выражения:

$$F_T = \gamma G_a; \quad F_j = j_T \frac{G_a}{g} \quad (1.5)$$

4. Замедление при торможении определяется по следующей зависимости.

$$J_T = \gamma g \quad (1.6)$$

II. Тормозные колеса передние.

1. Уравнения (2) и (3) остаются без изменений, вместо зависимости (6) получим следующие зависимости:

$$F_{T1} = Z_1 \gamma; \quad F_{j1} = j_{T1} \frac{G_a}{g}; \quad F_{T1} = F_{j1} \quad (1.7)$$

$$j_{T1} = \gamma g \frac{Z_1}{G_a} \quad (1.8)$$

2. Из уравнения (2), с учетом зависимости (8) найдем реакцию Z_1 .

$$Z_1 = \frac{G_a b}{(L - \gamma h_g)} \quad (1.9)$$

3. Замедление при торможении передних колес найдем, подставив выражение (10) в зависимость (9).

$$j_{T1} = \frac{g \gamma b}{(L - \gamma h_g)} \quad (1.10)$$

III. Тормозные колеса задние.

1. Для определения замедления при торможении задних колес применяем методику расчета замедления при торможении передних колес, в результате получим следующие зависимости:

$$F_{T2} = Z_2 \gamma; \quad F_{j2} = j_{T2} \frac{G_a}{g}; \quad F_{T2} = F_j \quad (1.11)$$

$$j_{T2} = \gamma g \frac{Z_2}{G_a}; \quad Z_2 = \frac{G_a a}{(L + \gamma h_g)} \quad (1.12)$$

2. Замедление при торможении задних колес определяется по следующей зависимости:

$$j_{T2} = \frac{g \gamma a}{(L + \gamma h_g)} \quad (1.13)$$

ЗАДАНИЕ

Определить замедление при различных условиях торможения (тормозные колеса все, передние, задние) и режимах торможения (служебное и аварийное) для легковых автомобилей и автомобилей повышенной проходимости (джип).

Исходные данные.

Удельная тормозная сила:

- служебное торможение $0 < \gamma \leq 0,25$;
- аварийное торможение $0,25 < \gamma \leq 0,75$

Замедление при торможении:

- служебное торможение $0 < j_T \leq 2,5 \text{ м/с}^2$;
- аварийное торможение $2,5 < j_T \leq 7,5 \text{ м/с}^2$

Положение центра тяжести относительно базы автомобиля:

- легковые автомобили: $a = b = 0,5L$; $h_g = 0,27L$;
- автомобили повышенной проходимости (джип): $a = 0,7L$;
 $b = 0,3L$; $h_g = 0,38L$

Исходные данные для выполнения расчетов замедления при торможении для различных машин приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1.

Исходные данные для расчета замедления при торможении

Вариант	Марка машины	База, L, м	Вариант	Марка машины	База, L, м
1	2	3	4	5	6
1	Audi Nissan	2,650 2,450	15	Fiat Land Rover	2,370 2,360
2	Audi Land Rover	2,650 2,360	16	Fiat Mercedes Benz	2,370 2,400

Продолжение табл. 1.1.

1	2	3	4	5	6
3	Audi Grand Cherokee	2,650 2,690	17	Fiat Mitsubishi	2,370 2,420
4	Audi Mercedes Benz	2,650 2,400	18	Fiat Grand Cherokee	2,370 2,690
5	Audi VA3	2,650 2,380	19	Fiat Honda	2,370 2,620
6	Audi Honda	2,650 2,620	20	Mercedes Benz Nissan	2,833 2,450
7	BA3 Nissan	2,492 2,450	21	Mercedes Benz Land Rover	2,833 2,360
8	BA3 Land Rover	2,492 2,360	22	Mercedes Benz Mercedes Benz	2,833 2,400
9	BA3 Mercedes Benz	2,492 2,400	23	Mercedes Benz Grand Cherokee	2,833 2,690
10	BA3 Grand Cherokee	2,492 2,690	24	Mercedes Benz Mitsubishi	2,833 2,420
11	BA3 Mitsubishi	2,492 2,420	25	Mercedes Benz VA3	2,833 2,380
12	BA3 VA3	2,492 2,380	26	Mercedes Benz Honda	2,833 2,620
13	BA3 Honda	2,492 2,620	27	Audi Mercedes Benz	2,650 2,400
14	Fiat Nissan	2,370 2,450	28	Fiat Honda	2,370 2,620

2. Назначение макрошероховатости покрытия по условиям удаления воды из зоны контакта шин с покрытием.

Шероховатость поверхности проезжей части – один из важнейших транспортно-эксплуатационных показателей дороги, обуславливающий надежность контакта шины автомобиля с покрытием. Характеристикой надежности контакта автомобильной шины с дорожным покрытием служит величина сопротивления скольжению шины по поверхности проезжей части, оцениваемая определенным значением коэффициента сцепления.

На мокрых покрытиях величина коэффициента сцепления снижается, что может повлечь за собой ухудшение условий движения.

Появляющийся на покрытии во время дождя тонкий слой воды оказывает при высокой скорости движения автомобиля (более 80 км/час) гидродинамическое подъемное действие на колеса, уменьшая площадь непосредственного контакта шин с покрытием. При определенных условиях может возникнуть явление глиссирования («аквапланирования»), когда передние колеса автомобиля скользят по водной прослойке, не касаясь дорожной поверхности. В следствие потери сцепления шин с дорожным покрытием и невозможности торможения, появляется опасность потери управления и высокая вероятность ДТП. Явление глиссирования особенно опасно при шинах с отсутствием рисунка протектора, так как гидродинамическая подъемная сила воды увеличивается в 2 – 2,5 раза, а критическая скорость снижается в 1,5 раза [1].

Основным условием увеличения коэффициента сцепления шины с мокрым покрытием и предотвращения образования во время дождя водяной прослойки под колесом является создание шероховатой поверхности. Шероховатость создается за счет выступов и впадин, образуемых минеральными материалами, а также за счет собственной шероховатости зерен минерального материала. Шероховатость, создаваемую минеральным ма-

териалом, называют макросероховатостью. Собственную шероховатость зерен материала называют микросероховатостью [1].

По макросероховатости поверхности дорожные покрытия разделяют на следующие типы:

- гладкие, средняя высота выступов не более 0,3 мм;
- мелкошероховатые, средняя высота выступов от 0,3 до 1,0 мм;
- среднешероховатые, средняя высота выступов 1 – 2 мм;
- крупношероховатые, средняя высота выступов 2 мм.

В процессе эксплуатации дороги макросероховатость и микросероховатость поверхности постепенно уменьшается. Уменьшение шероховатости идет тем быстрее, чем выше интенсивность движения по дороге и больше в транспортном потоке грузовых автомобилей и автобусов. В результате снижается коэффициент сцепления мокрых покрытий. С целью обеспечения надлежащего сопротивления скольжению в течение всего срока службы шероховатой поверхности следует назначать такую макросероховатость, чтобы она обеспечивала допускаемые значения коэффициента сцепления и в последний год службы [1].

Начальная макросероховатость покрытия при сдаче в эксплуатацию, в зависимости от условий движения по степени опасности, категории дороги и климатического района приведена в таблице 2.1. [9] .

Таблица 2.1.

Начальная макросероховатость покрытия при сдаче в эксплуатацию, в зависимости от условий движения по степени опасности, категории дороги и климатического района.

Условия движения	Начальная макросероховатость покрытия, мм, не менее	
	Для дорог I и II категории для II дорожно-климатической зоны	Для дорог III и IV категории для II дорожно-климатической зоны
1	2	3

Легкие	1,5	1,0
Затрудненные	2,0	1,5
Опасные	3,5	2,5

Примечания.

1. Наибольшая макрошероховатость покрытия не должна превышать 7 мм.

2. При создании шероховатой поверхности путем поверхностной обработки на асфальтобетонных и усовершенствованных облегченных покрытиях начальная макрошероховатость покрытия должна быть: на дорогах I и II категории – 5 – 6 мм, на дорогах III и IV категории - 3,5 – 4 мм.

В зависимости от скорости движения и характеристик участков требуются различные минимально допустимые значения коэффициентов сцепления (таблица 2.2.).

Таблица 2.2..

Значение коэффициента сцепления на мокром покрытии при сдаче в эксплуатацию, в зависимости от характеристики участков дорог, условий движения по степени опасности, скорости движения.

Условия движения	Характеристика участков дорог	Значения коэффициента сцепления на мокром покрытии при сдаче в эксплуатацию при скорости	
		60 км/час	80 км/час
1	2	3	4
Легкие (группа 1)	Прямые участки или закругления радиусом 1000 м и более, горизонтальные или с продольными уклонами более 30‰, с элементами поперечного профиля для соответствующей категории и с укрепленными обочинами. Без пересечений в одном	≥ 0,45	≥ 0,36

Опасные (группа 3)	Участки с видимостью менее расчетной (для соответствующей категории дорог). Участки на спусках и подъемах с уклонами более 30‰ при длине более 100 м. Участки в зонах пересечений в одном уровне или слияния потоков, остановки автобусов, разделения пешеходных переходов, прорывов бокового ветра, местного увлажнения покрытия, местного увлажнения поверхности покрытия, в местах образования тумана. Участки 1 и 2 групп при уровнях загрузки более 0,5	$\geq 0,60$	$\geq 0,40$
-----------------------	--	-------------	-------------

Примечание. Коэффициент сцепления при скорости 80 км/час относится к дорогам I и II категорий (за исключением участков в пределах населенных пунктов, а также мест ограничения скорости до 60 км/час). При скорости 60 км/час к дорогам III категории и IV категории с усовершенствованным облегченным покрытием, а также участки дорог II категории в пределах населенных пунктов и места ограничения скорости до 60 км/час.

Методика выполнения работы.

2.1. Назначение минимально допустимой макрошероховатости дорожного покрытия.

Минимально допустимая макрошероховатость дорожного покрытия назначается в зависимости от скорости движения автомобилей и минимально допустимого коэффициента сцепления на мокром покрытии (табл. 2.3., 2.4.).

Таблица 2.3.

Минимально допустимая макрошероховатость дорожной поверхности в зависимости от скорости движения и коэффициента сцепления

Минимально допускаемые значения	Скорость движения				
	60 км/час		80 км/час		
1	2	3	4	5	6
1. Коэффициент сцепления на	0,35 –	0,45	0,26	0,28	0,30

мокрым покрытием.	0,40				
2. Макрошероховатость дорожной поверхности, мм.	0,4	0,8	1,0	1,5	2,0

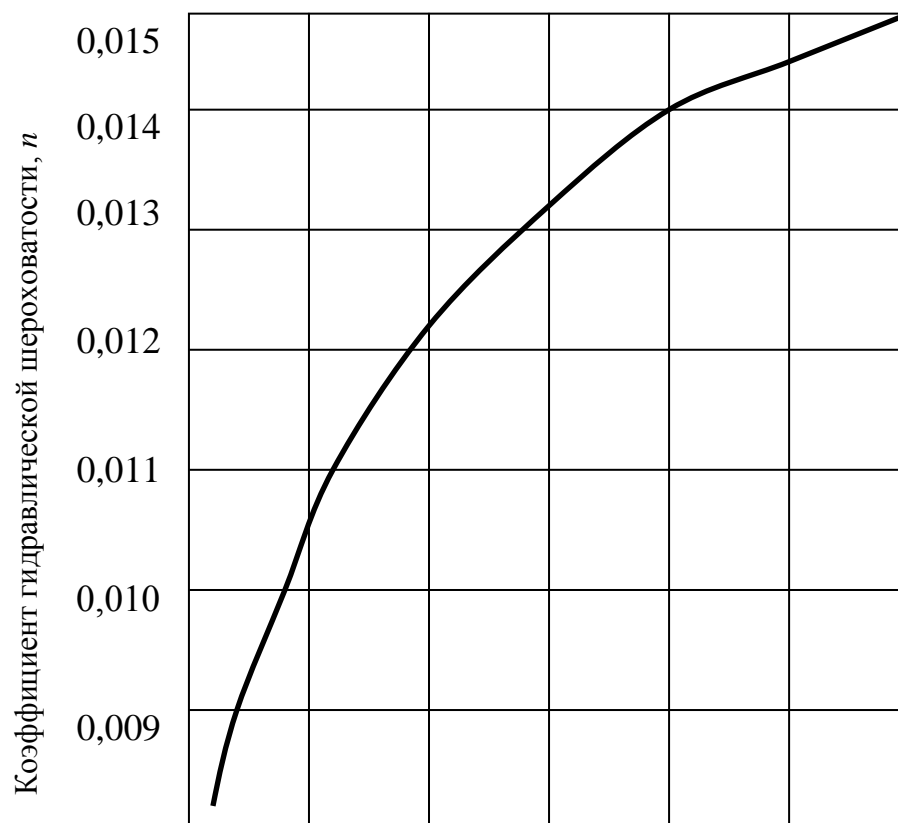
Таблица 2.4.

Минимально допустимые значения коэффициента сцепления покрытий в процессе эксплуатации для различных скоростей и условий движения

Условия движения	Минимально допускаемые значения коэффициента сцепления на мокром покрытии при скорости движения, км/час, не менее	
	60	80
1	2	3
Легкие	0,35	0,26
Затрудненные	0,40	0,28
Опасные	0,45	0,30

2.2. Определение коэффициента гидравлической шероховатости.

Коэффициент гидравлической шероховатости n определяют в зависимости от назначенной минимально допустимой макрошероховатости дорожной поверхности по графику (рис. 2.1) [1].



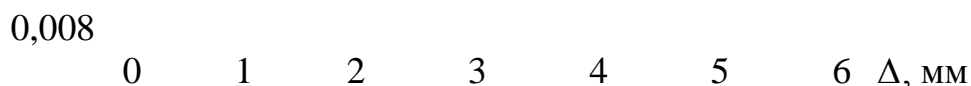


Рис. 2.1. График для определения коэффициента гидравлической шероховатости.

2.3. Определение интенсивности расчетного дождя

Интенсивность расчетного дождя a (мм/мин) определяется по зависимости:

$$a = \frac{A + B \lg N}{8,09} \quad (2.1)$$

где: A и B – климатические параметры района проложения дороги.

Для свердловской области можно принять значения: $A = 2 \div 3$;

$B = 3 \div 3,5$.

N – вероятность появления расчетного дождя.

Для свердловской области можно принять $N = 1 \div 1,5$.

2.4. Определение толщины водной пленки на покрытии

Толщина водной пленки на покрытии h (мм) определяется по зависимости:

$$h = \left(\frac{aLn}{30\sqrt{i}} \right)^{0,6}, \text{ мм} \quad (2.2)$$

где: a – интенсивность расчетного дождя, мм/мин;

n – коэффициент гидравлической шероховатости поверхности покрытия;

L – длина участка стока воды по покрытию, мм;

i – уклон стока воды по покрытию, тыс.

$$L = b_1 \sqrt{1 + (i_{\text{прод}} / i_{\text{поп}})^2} ; \text{ м} \quad (2.3)$$

где: b_1 – ширина проезжей части для одного направления движения, м;

$i_{\text{прод}}$ и $i_{\text{поп}}$ – продольный и поперечный уклоны проезжей части, тыс.;

$$i = \sqrt{i_{\text{прод}}^2 + i_{\text{поп}}^2}, \text{ тыс.} \quad (2.4)$$

2.5. Определение толщины активного слоя жидкости.

Толщина активного слоя жидкости, оказывающего гидродинамическое подъемное действие на автомобильные шины $h_{акт}$ (мм) определяется по зависимости:

$$h_{акт} = h - \Delta + 2мм \quad (2.5)$$

где: h – полная толщина водной пленки, мм;

Δ – минимально допустимая макрошероховатость дорожной поверхности, мм.

При $\Delta \leq 2мм$, $h_{акт} = h$

2.6. Скорость начала глиссирования автомобильных шин.

Скорость начала глиссирования автомобильных шин определяется по зависимости:

$$v_{гл} = \sqrt{\frac{G_k}{Kch_{акт}b}}, \text{ м/с} \quad (2.6)$$

где: G_k – вертикальная нагрузка на колесо, H ;

ρ – плотность жидкости, находящейся на покрытии, $кг \cdot см^2/м^4$
(для воды - 102, слякоти - 80);

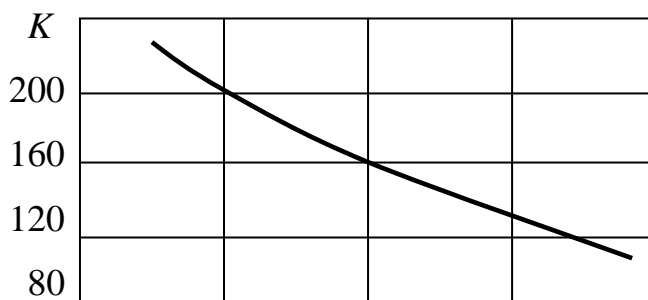
$h_{акт}$ – глубина активного слоя жидкости, м/см;

b --- ширина беговой дорожки шины, м;

K – коэффициент, определяемый по графику (рис. 2) в зависимости от показателя Ψ .

$$\Psi = \frac{v_{гл} h_{акт}}{b}, \quad (2.7)$$

где: $v_{гл}$ скорость начала глиссирования (скольжения) шин, м/с.



0 0,5 1,0 1,5 Ψ

Рис. 2.2. График для определения коэффициента K в зависимости от показателя Ψ .

2.7. Уравнение скорости начала скольжения решается подбором: задается скорость, определяется показатель Ψ , коэффициент K и подсчитывается скорость начала скольжения по формуле (2.6). Заданная скорость не должна отличаться от расчетной скорости более чем на $\pm 5\%$.

Если $v_{2л} \geq v$ 85 %-ной обеспеченности, то назначенная минимально допустимая макрошероховатость дорожной поверхности удовлетворяет требованиям удаления воды из зоны контакта шины с покрытием. При $v_{2л} < v$ 85 %-ной обеспеченности это условие не выполнено. В этом случае назначают новую большую минимально допускаемую макрошероховатость дорожной поверхности и расчет повторяют, пока $v_{2л}$ не станет равной скорости движения автомобилей 85 %-ной обеспеченности¹ (допускается превышение этой скорости не более чем на 5-10 %) [1].

¹ Скорость движения автомобилей 85 %-ной обеспеченности на мокрых шероховатых покрытиях, определяется по данным натурных наблюдений. Для проектируемых дорог она может быть принята равной: для дорог I категории - 90 км/ч; II категории - 85 км/ч.

В случае если соотношение $v_{ск} \geq v$ 85 %-ной обеспеченности не достигается при макрошероховатости до 2,5 – 3 мм, необходимо ограничить скорость движения при мокром покрытии на рассматриваемом участке дороги.

а. Справочные данные для выполнения работы.

Ширина проезжей части для одного направления движения b_1 . Для дорог I категории – 7,5 м, для 4 – х полос движения; – 11,25 м, для 6 полос движения; – 15 м, для 8 полос движения. Для дорог II категории – 3,75 м, III категории – 3,5 м, IV категории – 3,0 м. Поперечный уклон проезжей

части для дорог I – IV категории, i_{non} , в расчетах можно принять – 20‰. Для переходных покрытий уклон увеличивается до 25 – 30‰.

б. Расчетные скорости движения.

Таблица 2.5.

Расчетные скорости движения, в зависимости от категории дороги.

Категория дороги	Расчетные скорости движения, км/час		
	основные	допускаемые на трудных участках местности	
		пересеченной	горной
I ^a	150	120	80
I ^б	120	100	60
II	120	100	60
III	100	80	50
IV	80	60	40

с. Исходные данные для выполнения работы.

Таблица 2.6.

Исходные данные для расчета скорости начала глissирования и назначения макрошероховатости дорожной поверхности.

Показатели	Значение показателя для варианта (в знаменателе для вариантов 16 ÷ 30)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Район расположения дороги	Свердловская область. II дорожно-климатическая зона														
2. Категория дороги	I ^a	I ^b	II	III	IV	I ^a	I ^b	II	III	IV	I ^a	I ^b	II	III	IV
3. Условия движения	Легкие					Затрудненные					Опасные				
	Затрудненные					Опасные					Легкие				
5. Продольный уклон участка	$\frac{5}{32}$	$\frac{10}{35}$	$\frac{15}{40}$	$\frac{20}{45}$	$\frac{25}{50}$	$\frac{31}{34}$	$\frac{38}{39}$	$\frac{43}{46}$	$\frac{49}{57}$	$\frac{60}{65}$	$\frac{33}{7}$	$\frac{37}{12}$	$\frac{41}{17}$	$\frac{46}{21}$	$\frac{62}{28}$
6. Вертикальная нагрузка на покрытие, G_k , 10^4 Н	$\frac{1,55}{4,13}$	$\frac{2,12}{2,51}$	$\frac{2,78}{2,47}$	$\frac{2,73}{1,89}$	$\frac{2,74}{3,50}$	$\frac{2,56}{2,19}$	$\frac{3,91}{3,78}$	$\frac{4,23}{4,03}$	$\frac{4,26}{4,74}$	$\frac{3,03}{4,24}$	$\frac{5,46}{2,13}$	$\frac{2,83}{2,68}$	$\frac{3,48}{3,37}$	$\frac{2,77}{4,38}$	$\frac{2,62}{4,01}$
7. Ширина беговой дорожки, b , см	$\frac{28,5}{33,5}$	$\frac{28,0}{27,0}$	$\frac{34,0}{32,0}$	$\frac{33,5}{27,5}$	$\frac{29,0}{37,5}$	$\frac{32,0}{31,5}$	$\frac{36,5}{35,5}$	$\frac{34,5}{34,0}$	$\frac{31,0}{40,5}$	$\frac{39,5}{36,5}$	$\frac{35,0}{28,0}$	$\frac{30,0}{28,0}$	$\frac{38,5}{34,5}$	$\frac{30,0}{33,5}$	$\frac{33,0}{37,5}$

3. Съезды автомобилей с дороги и наезды на препятствия.

Цель работы – определение характеристик съезда и наезда на препятствие. Работа состоит из следующих подразделов:

- 3.1. Определение угла съезда транспортных средств (Т.С.) с проезжей части.
- 3.2. Определение числа отчетных съездов с дороги с определением степени опасности участков.
- 3.3. Определение вероятности наезда на препятствие Т.С. в результате съезда с проезжей части.
- 3.4. Определение числа наездов на препятствие.
- 3.5. Определение минимально-допустимого расстояния между препятствиями (сигнальные столбики, опоры дорожных знаков и т.д.).

Работа проводится на основе полученных теоретических и практических знаний при изучении дисциплины «Изыскание и проектирование автомобильных дорог». В качестве исходных данных используются: геометрические параметры автомобильной дороги (ширина проезжей части, ширина обочин, заложение откоса, средняя высота насыпи); транспортно-эксплуатационные (категория дороги, интенсивность движения, состав транспортного потока, расчетная скорость, допустимая скорость в сложных условиях, количество полос движения), параметры расчетного автомобиля (ширина кузова, колея, расстояние от переднего бампера до центра тяжести автомобиля).

При отсутствии данных составе транспортного потока, можно принять следующее распределение Т.С.: 20 – 30% легковые автомобили; 2 – 5% мотоциклы и другие 2 – х колесные Т.С.; 15 – 25% грузовые автомобили грузоподъемностью до 1 т; 20 – 30% грузовые автомобили грузоподъемностью 1 – 6 т; 10 – 20% грузовые автомобили грузоподъемностью > 6 т; 5 – 10% автобусы.

Анализируя продольный профиль автомобильной дороги, студент отмечает характерные участки, на которых возможна серьезная опасность возникновения ДТП средней и тяжелой тяжести (участки совмещения вертикальных кривых и кривых в плане; затяжные спуски с кривыми в плане; участки с необеспеченной видимостью, участки с кривыми малого радиуса; участки с резкими переломами продольного профиля; участки с высокой насыпью; участки в зоне действия искусственных сооружений, тоннелей, путепроводов и т.д.).

В реальных условиях данные участки назначают при выполнении комплексной оценки обеспеченности расчетной скорости, оценки шероховатости, коэффициентов сцепления, безопасности и аварийности.

В качестве задания студенту необходимо выделить 2 характерных участка с обоснованием выбора и провести анализ по условиям съезда с проезжей части и наезда на препятствие.

Методика выполнения работы.

3.1. Определение угла съезда транспортных средств (Т.С.) с проезжей части.

В соответствии с рис. 3.1., угол между линией параллельной первоначальной траекторией движения и касательной к траектории движения центра тяжести автомобиля при съезде с дороги (угол съезда), α_{fi} , определяется [10]:

- при направлении съезда с дороги во внешнюю сторону закругления

$$\alpha'_{fi} = \alpha' + \alpha_o - \gamma \quad (3.1)$$

- при направлении съезда с дороги в направлении внутренней стороны закругления

$$\alpha''_{fi} = \alpha' - \alpha_o - \gamma \quad (3.2)$$

где: α' – угол, образующийся при движении Т.С. по кривой съезда;

α_0 – угол, образующийся при движении Т.С. по кривой в плане, отсчитываемый от центра кривой;

γ – угол между линией центра тяжести и передним бампером, отсчитываемый от центра кривой съезда.

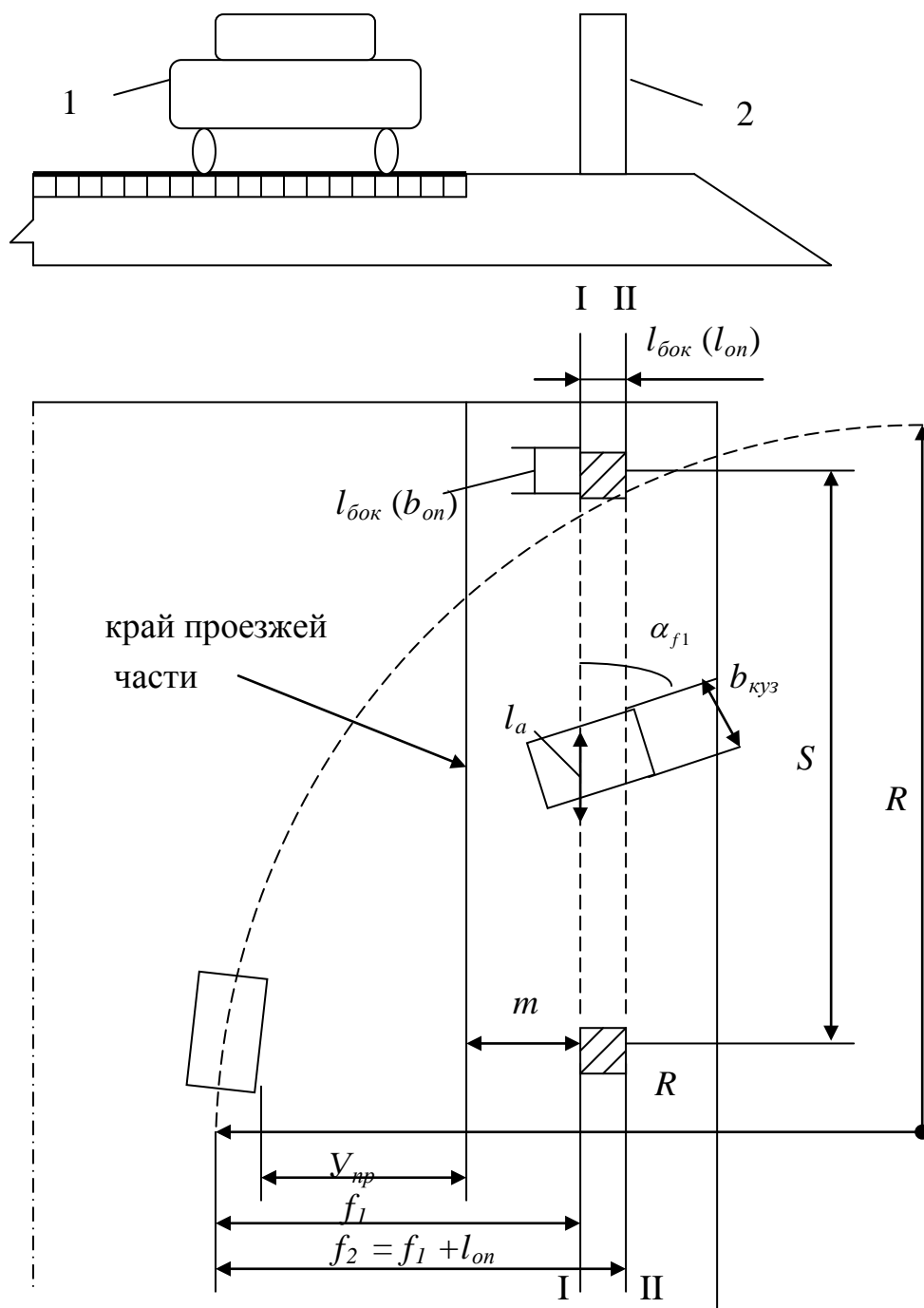


Рис. 3.1. Расчетная схема для определения угла съезда Т.С. с дороги и вероятности наезда на препятствие.

Углы α' , α_0 , γ находим из следующих зависимостей:

$$\cos \alpha' = 1 - \frac{(f_1 - 0,5b_{\text{куз}})(2R_k - f_1 + 0,5b_{\text{куз}})}{2(R - 0,5b_{\text{куз}})(R_k + R - f_1)} \quad (3.3)$$

$$\cos \alpha_o = 1 + \frac{R' - f_1}{R_k} - \frac{R'}{R_k} \cos \alpha' \quad (3.4)$$

$$\sin \gamma = \frac{l_{y,m.}}{R'} \quad (3.5)$$

где: f_1 – расстояние от центра тяжести автомобиля (ц.т.) до линии съезда с откоса насыпи, м (рис. 3.1.);

$b_{\text{куз}}$ – ширина кузова автомобиля, м;

R_k – радиус кривой в плане, м;

R – радиус поворота автомобиля, м, по линии действия центра тяжести (рис. 3.1.);

R' – радиус поворота автомобиля, м, по линии капота Т.С.;

f_1' – расстояние от линии капота до линии съезда с откоса насыпи, м;

l_{ym} – расстояние от переднего бампера до центра тяжести автомобиля, м (для легковых автомобилей – 1,70 – 2,71, в зависимости от класса автомобиля, для грузовых: < 1 т – 1,98 – 2,73; 1 – 6 т – 3,05 – 4,43; > 6 т – 3,17 – 4,48., для автобусов – 3,11 – 4,84).

$$f_1 = \frac{c}{2} + Y_{np} + m \quad (3.6)$$

где: c – колея автомобиля, м;

Y_{np} – величина правого зазора безопасности, м, (рис. 3.1);

m – расстояние от края проезжей части до препятствия, м, (рис. 3.1);

$$Y_{np} = A_1 + A_2 V + A_3 V^2 \quad (3.7)$$

где: V – скорость свободного движения Т.С., км/ч;

A_1, A_2, A_3 – коэффициенты регрессии, (табл. 3.7., 3.8.).

$$R = qV^2 \quad (3.7)$$

где: q – коэффициент, учитывающий поперечную устойчивость автомобиля при диапазоне скоростей $50 \div 100$ км/ч.

$$q = 0,0084 + 0,00003V + 0,0001(0,1V - 4)^{1,9} \quad (3.8)$$

При более низкой скорости движения значение коэффициента q принимается постоянным и равным 0,01.

$$R' = R - 0,5b_{\text{куз}} \quad (3.9)$$

$$f_1' = f_1 - 0,5b_{\text{куз}} \quad (3.10)$$

3.2. Определение числа отчетных съездов с дороги с определением степени опасности участков.

Число отчетных съездов с дороги (n_D) определяется по зависимости:

$$n_D = 0,365n_\delta K_1 K_2 K_\phi N_c \quad (3.11)$$

где: n_δ – число ДТП для базового участка дороги, ДТП/1 млн. авт. – км;

K_1 – коэффициент, учитывающий ширину проезжей части и обочин (табл. 3.1.);

K_2 – коэффициент, учитывающий состав транспортного потока и характеристики проезжей части;

K_ϕ – коэффициент, учитывающий высоту насыпи и крутизну откоса (табл. 3.2.);

N_c – суммарная интенсивность движения, тыс. авт./сут.

$$n_\delta = q_\delta(1,16 - 0,04N_c) \quad (3.12)$$

где: q_δ – число ДТП для базовой интенсивности движения, ДТП/1 млн. авт. – км (табл. 3.3).

$$K_2 = K^m n^m + K^l n^l + K^{lg} n^{lg} + K^{cg} n^{cg} + K^{mg} n^{mg} + K^a n^a \quad (3.13)$$

где: K^i – коэффициенты, учитывающие вероятность вовлечения в ДТП соответствующей группы Т.С. (табл. 3.4.);

n^i – доля каждой группы транспортных средств в составе транспортного потока.

По полученным значениям отчетных съездов с дороги (n_d), характеризуется выбранный участок по степени опасности для движения:

n_d	$< 0,4$	$0,41 - 0,8$	$0,81 - 1,2$	$> 1,2$
Характеристика участка	Неопасный	Малоопасный	Опасный	Очень опасный

3.3. Определение вероятности наезда на препятствие Т.С. в результате съезда с проезжей части.

Вероятность наезда на препятствие (P_n^f) определяется по зависимости:

$$P_n^f = e^{-0,0145m} \quad (3.14)$$

где: e – основание натурального логарифма, $e \approx 2,718$;

m – расстояние от края проезжей части до ограждения (препятствия, рис.3.1.).

3.4. Определение числа наездов на препятствие.

Число наездов на препятствия (n_n), отдельно для каждого вида Т.С. с последующим суммированием, определяется по зависимости:

$$\sum n_n = n_d P_H P_n^f \quad (3.15)$$

где: P_n – вероятность съезда автомобиля с проезжей части, принимается для выбранной траектории съезда с учетом дорожных условий (табл. 3.5., 3.6.).

3.5. Определение минимально-допустимого расстояния между препятствиями.

Расстояние между центрами опор (направляющие столбики, опоры освещения и т.д.) имеющих прямоугольную форму поперечного сечения определяется по зависимости:

$$S = \frac{l_a + b_{on} + l_{бок}}{P_n^f} \quad (3.16)$$

где: l_a – проекция ширины кузова автомобиля на линию I – I по траектории движения, м;

b_{on} – ширина опор, м, имеющих прямоугольную форму поперечного сечения;

$l_{бок}$ – проекция боковой стороны опоры (l_{on}) на линию I – I по траектории движения автомобиля.

$$l_a = \frac{b_{куз}}{\sin \alpha_{fi}} \quad (3.17)$$

где: $b_{куз}$ – ширина кузова автомобиля, м;

α_{fi} – угол съезда автомобиля с дороги (п.3.1.), м.

$$l_{бок} = \sqrt{2R(f_1 + l_{on}) - (f_1 + l_{on})^2} - \sqrt{2Rf_1 - f_1^2} \quad (3.18)$$

где: f_1 – расстояние от центра тяжести автомобиля (ц.т.) до линии съезда с откоса насыпи, м (рис. 3.1.);

R – радиус поворота автомобиля, м, по линии действия центра тяжести (рис. 3.1.);

l_{on} – проекция боковой стороны опоры, м.

Если поперечное сечение препятствий имеет форму круга, расстояние между центрами опор (направляющие столбики, опоры освещения и т.д.) определяется по зависимости:

$$S = \frac{d_{on} + l_a}{P_n^f} \quad (3.19)$$

где: d_{on} – проекция ширины опоры ($l_{бок}$) на линию I – I, м.

$$d_{on} = \sqrt{2(R + 0,5d)(f_1 + d) - (f_1 + d)^2} - \sqrt{2(R - 0,5d)f_1 - f_1^2} \quad (3.20)$$

В зависимости от S , b_{on} , $l_{бок}$, d_{on} и f_1 принимается число препятствий, с которыми может столкнуться автомобиль:

- удар только в одно препятствие возможен при выполнении неравенства – $0 \leq b \leq S - b_{on} - l_{бок}$;
- не более чем в 2 препятствия при выполнении неравенства – $S - b_{on} - l_{бок} < b \leq 2S - b_{on} - l_{бок}$;

- не более чем в n препятствий при выполнении неравенства –

$$(n - 1)S - b_{он} - l_{бок} < b \leq nS - b_{он} - l_{бок}.$$

Приложение

Таблица 3.1.

Значения коэффициентов K_l

Ширина не укрепленной части обочины, м	Значения коэффициентов K_l , при суммарной ширине проезжей части и краевых укрепительных полос, м							
	6,0	7,0	7,5	8,0	9,0	10,5	11,25	14,0
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4,50	0,95	0,84	0,80	0,75	0,69	0,61	0,58	0,55
4,00	1,04	0,91	0,86	0,82	0,75	0,66	0,64	0,58
3,75	1,08	0,96	0,90	0,86	0,79	0,0	0,66	0,60
3,50	1,16	1,04	0,97	0,92	0,84	0,74	0,71	0,64
3,00	1,28	1,13	1,07	1,02	0,93	0,82	0,78	0,70
2,50	1,52	1,34	1,27	1,21	1,12	1,00	0,93	0,80
2,00	1,67	1,48	1,41	1,35	1,25	1,08	1,02	0,84
1,50	1,71	1,52	1,46	1,39	1,28	1,12	1,05	0,86
1,00	1,76	1,56	1,50	1,43	1,32	1,15	1,08	0,88

Таблица 3.2.

Значения коэффициентов K_ϕ

Высота насыпи, м	Коэффициент K_ϕ , при крутизне откоса насыпи, м						
	1:1	1:1,5	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6
1	2	3	4	5	6	7	8
До 0,5	1,23	0,80	0,60	0,30	0,14	0,08	0,06
1,0	1,30	0,83	0,62	0,32	0,17	0,10	0,08
1,5	1,35	0,92	0,64	0,34	0,19	0,13	0,10
2,0	1,41	1,00	0,68	0,36	0,24	0,17	0,14
2,5	1,58	1,22	0,78	0,40	0,30	0,22	0,18
3,0	1,98	1,52	0,88	0,44	0,33	0,27	0,23
3,5	2,18	1,78	1,22	0,51	0,39	0,32	0,25
4,0	2,38	1,94	1,42	0,62	0,44	0,34	0,28
5,0	2,0	2,10	1,58	0,86	0,56	0,42	0,36
6,0	2,70	2,23	1,70	1,15	0,63	0,48	0,42

Таблица 3.3.

Зависимость числа ДТП от радиуса закругления дороги в плане

Продольный уклон, ‰	Число ДТП q_δ , на 1 млн. авт. – км., при радиусе закругления дороги в плане, R_k , м
---------------------	--

	2000 и более	1000	750	600	500	400	250
1	2	3	4	5	6	7	8

Продолжение табл. 3.3.

1	2	3	4	5	6	7	8
до 20	0,14	0,21	0,28	0,35	0,43	0,53	0,85
30	0,17	0,28	0,31	0,38	0,50	0,69	0,96
40	0,23	0,35	0,34	0,42	0,64	0,84	1,06
50	0,32	0,46	0,50	0,62	0,82	0,98	1,16
60	0,42	0,65	0,75	0,85	0,94	1,09	1,25

Таблица 3.4.

Коэффициенты, учитывающие вероятность вовлечения в ДТП, K^i

Группы транспортных средств	Коэффициент продольного сцепления	Коэффициенты, учитывающие вероятность вовлечения в ДТП, при показателе ровности проезжей части, см / км				Обозначение
		до 80	80 – 140	140 – 300	более 300	
1	2	3	4	5	6	7
Мотоциклы, мотороллеры, мопеды	0,3	2,90	2,80	2,40	2,20	K^m
	0,4	2,70	2,60	2,30	2,10	
	0,5	2,50	2,40	2,20	2,05	
Легковые автомобили	0,3	2,40	2,15	1,90	1,75	K^l
	0,4	2,20	1,95	1,80	1,70	
	0,5	1,95	1,90	1,75	1,70	
Грузовые автомобили грузоподъемностью до 1 т.	0,3	1,40	1,20	1,00	0,90	K^{n2}
	0,4	1,30	1,05	0,95	0,85	
	0,5	1,10	0,95	0,90	0,82	
То же 1 – 6 т.	0,3	1,15	1,10	1,00	0,90	$K^{с2}$
	0,4	1,10	1,05	0,95	0,82	
	0,5	1,05	1,02	0,87	0,78	
То же 6 – 8 т.	0,3	0,55	0,42	0,38	0,33	K^{m2}
	0,4	0,47	0,40	0,35	0,31	
	0,5	0,43	0,35	0,34	0,30	
Автобусы	0,3	0,70	0,65	0,58	0,55	K^a
	0,4	0,63	0,60	0,56	0,52	
	0,5	0,58	0,55	0,51	0,47	

Таблица 3.5.

Вероятность съезда транспортного средства в правую сторону при кривых
в плане

Участок дороги	Направление поворота трассы	Радиус закругления дороги в плане, м	Вероятность съезда транспортных средств на правую сторону дороги (P_{H1}, P_{H2})				
			мотоциклы, мопеды, мотороллеры	легковые автомобили	Грузовые автомобили, грузоподъемностью, т.		
					до 1	1 – 6	6 – 8
1	2	3	4	5	6	7	8
Горизонтальный	направо	до 100	0,22	0,19	0,33	0,21	0,30
		100 – 250	0,42	0,46	0,43	0,44	0,46
		250 – 600	0,59	0,62	0,48	0,52	0,50
	налево	до 100	0,94	0,90	0,92	0,92	1,00
		100 – 250	0,88	0,88	0,83	0,88	0,91
		250 – 600	0,71	0,69	0,72	0,74	0,70
спуск	направо	до 100	0,18	0,11	0,21	0,17	0,24
		100 – 250	0,53	0,47	0,55	0,49	0,51
		250 – 600	0,33	0,36	0,38	0,38	0,35
			0,55	0,52	0,61	0,57	0,62
подъем	налево	до 100	0,43	0,41	0,43	0,43	0,39
		100 – 250	0,60	0,55	0,70	0,66	0,70
		250 – 600	0,96	0,92	0,92	0,96	1,00
			1,00	0,86	0,91	0,94	0,91
		до 100	0,96	0,95	0,88	0,94	1,00
		100 – 250	0,80	0,82	0,83	0,85	0,83
		250 – 600	0,82	0,84	0,76	0,82	0,82
			0,62	0,68	0,74	0,76	0,75

Таблица 3.6.

Вероятность съезда транспортных средств на прямолинейных участках

Группы транспортных средств	Горизонтальная прямая				спуск			
	P_{H1}	P_{H2}	P_{H3}	P_{H4}	подъем			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мотоциклы, мотороллеры, мопеды	Прямолинейные участки 2 х полосных дорог							
	0,59	0,05	0,31	0,05	$\frac{0,49}{0,36}$	$\frac{0,02}{0,23}$	$\frac{0,38}{0,11}$	$\frac{0,11}{0,30}$
Легковые автомобили	0,67	0,04	0,18	0,11	$\frac{0,70}{0,61}$	$\frac{0,04}{0,18}$	$\frac{0,22}{0,11}$	$\frac{0,04}{0,19}$
Грузовые автомобили грузоподъемностью до 1 т.	0,61	0,09	0,19	0,11	$\frac{0,59}{0,61}$	$\frac{0,09}{0,12}$	$\frac{0,22}{0,08}$	$\frac{0,10}{0,19}$
То же 1 – 6 т.	0,63	0,04	0,30	0,03	$\frac{0,66}{0,55}$	$\frac{0,07}{0,22}$	$\frac{0,16}{0,05}$	$\frac{0,11}{0,18}$
То же 6 – 8 т.	0,77	0,01	0,20	0,02	$\frac{0,84}{0,90}$	–	$\frac{0,16}{0,10}$	–
Автобусы	0,64	0,07	0,13	0,16	$\frac{0,60}{0,60}$	$\frac{0,08}{0,10}$	$\frac{0,21}{0,08}$	$\frac{0,11}{0,22}$
Мотоциклы, мотороллеры, мопеды	Прямолинейные участки 4 х полосных дорог с разделительной полосой							
	0,55	0,08	0,11	0,26	$\frac{0,61}{0,52}$	$\frac{0,07}{0,11}$	$\frac{0,14}{0,08}$	$\frac{0,18}{0,29}$
Легковые автомобили	0,56	0,07	0,22	0,15	$\frac{0,69}{0,65}$	$\frac{0,05}{0,19}$	$\frac{0,17}{0,06}$	$\frac{0,09}{0,10}$
Грузовые автомобили грузоподъемностью до 1 т.	0,52	0,11	0,30	0,07	$\frac{0,52}{0,57}$	$\frac{0,11}{0,13}$	$\frac{0,24}{0,19}$	$\frac{0,13}{0,11}$
То же 1 – 6 т.	0,42	0,05	0,34	0,19	$\frac{0,49}{0,63}$	$\frac{0,12}{0,03}$	$\frac{0,23}{0,26}$	$\frac{0,16}{0,08}$
То же 6 – 8 т.	0,74	0,01	0,23	0,02	$\frac{0,85}{0,89}$	–	$\frac{0,15}{0,11}$	–
Автобусы	0,65	0,08	0,15	0,12	$\frac{0,44}{0,65}$	$\frac{0,10}{0,08}$	$\frac{0,29}{0,13}$	$\frac{0,17}{0,14}$

Примечание: P_{H1} – выезд транспортных средств с правой полосы движения на правую сторону дороги; P_{H2} – выезд транспортных средств на правую сторону дороги с левой полосы движения; P_{H3} – выезд транспортных средств с правой полосы движения на левую сторону дороги; P_{H4} – выезд транспортных средств на левую сторону дороги с левой полосы движения;

Таблица 3.7.

Значения коэффициентов регрессии в зависимости от высоты ограждения

Высота ограждения, м	Расстояние от края проезжей части до ограждения, м, м	Тип автомобиля	Значение коэффициентов регрессии		
			A_1	A_2	A_3
0,8	3,0	Легковой	0,68	$0,120 \cdot 10^{-2}$	$0,630 \cdot 10^{-4}$
	2,5		0,80	$0,300 \cdot 10^{-2}$	$0,460 \cdot 10^{-4}$
	1,5		0,99	$0,537 \cdot 10^{-2}$	$0,232 \cdot 10^{-4}$
	1,0		1,07	$0,582 \cdot 10^{-2}$	$0,170 \cdot 10^{-4}$
	0,7		1,12	$0,600 \cdot 10^{-2}$	$0,150 \cdot 10^{-4}$
	0,0		1,20	$0,620 \cdot 10^{-2}$	$0,120 \cdot 10^{-4}$
	3,0	Грузовой	0,52	$0,790 \cdot 10^{-2}$	$-0,270 \cdot 10^{-4}$
	2,5		0,59	$0,743 \cdot 10^{-2}$	$-0,245 \cdot 10^{-4}$
	1,5		0,80	$0,600 \cdot 10^{-2}$	$-0,200 \cdot 10^{-4}$
	1,0		0,95	$0,525 \cdot 10^{-2}$	$-0,185 \cdot 10^{-4}$
	0,7		1,11	$0,467 \cdot 10^{-2}$	$-0,177 \cdot 10^{-4}$
	0,0		1,35	$0,350 \cdot 10^{-2}$	$-0,170 \cdot 10^{-4}$
0,4	1,5	Легковой	0,75	$0,590 \cdot 10^{-2}$	$0,240 \cdot 10^{-4}$
0,6			0,88	$0,570 \cdot 10^{-2}$	$0,220 \cdot 10^{-4}$
1,0			1,04	$0,500 \cdot 10^{-2}$	$0,212 \cdot 10^{-4}$
0,4	1,5	Грузовой	0,74	$0,550 \cdot 10^{-2}$	$-0,215 \cdot 10^{-4}$
0,6			0,77	$0,578 \cdot 10^{-2}$	$-0,210 \cdot 10^{-4}$
1,0			0,88	$0,620 \cdot 10^{-2}$	$-0,190 \cdot 10^{-4}$

Таблица 3.8.

Значения коэффициентов регрессии в зависимости от дорожных условий

Характеристика участка	Тип автомобиля	Значение коэффициентов регрессии		
		A_1	A_2	A_3
1	2	3	4	5
Внешняя полоса проезжей части на горизонтальной кривой, R = 1000 м	Легковой Грузовой	0,870	$1,402 \cdot 10^{-2}$	$-0,177 \cdot 10^{-4}$
		0,901	$0,539 \cdot 10^{-2}$	$-0,170 \cdot 10^{-4}$
То же R = 400 м	Легковой Грузовой	0,808	$1,170 \cdot 10^{-2}$	$-0,640 \cdot 10^{-4}$
		0,952	$0,530 \cdot 10^{-2}$	$0,675 \cdot 10^{-4}$

Продолжение табл. 3.8.

1	2	3	4	5
Внутренняя полоса проезжей части на горизонтальной кривой, R = 400 м	Легковой Грузовой	1,542 0,847	$-0,291 \cdot 10^{-2}$ $0,577 \cdot 10^{-2}$	$0,197 \cdot 10^{-4}$ $-0,124 \cdot 10^{-4}$
Спуск с продольным уклоном 40 ‰	Легковой Грузовой	1,058 0,685	$0,645 \cdot 10^{-2}$ $0,782 \cdot 10^{-2}$	$0,189 \cdot 10^{-4}$ $-0,221 \cdot 10^{-4}$
То же 60 ‰	Легковой Грузовой	1,160 0,578	$0,771 \cdot 10^{-2}$ $0,960 \cdot 10^{-2}$	$0,127 \cdot 10^{-4}$ $-0,230 \cdot 10^{-4}$
Подъем с продольным уклоном 60 ‰	Легковой Грузовой	1,100 0,685	$0,185 \cdot 10^{-2}$ $0,770 \cdot 10^{-2}$	$0,375 \cdot 10^{-4}$ $-0,145 \cdot 10^{-4}$

4. Определение дислокации дорожных знаков на автомобильной дороге при составлении схемы обустройства автомобильной дороги.

4.1. Цель работы и исходные данные.

Студенту на практическом занятии предлагается построить схему дислокации дорожных знаков для обеспечения управления безопасностью движения автомобильного транспорта а основе разработанного продольного профиля автомобильной дороги в процессе обучения по дисциплине «Изыскания и проектирование автомобильных дорог». Назначение дислокации дорожных знаков осуществляется на основе нормативных требований ГОСТ 10807 – 78 [7] и ГОСТ 23457 – 86 [6].

Исходные данные.

Продольный профиль автомобильной дороги (проектные и фактические данные продольного профиля и плана трасы, характеристика придорожной полосы, наличие съездов и пересечений). Основные транспортно-эксплуатационные характеристики (скорость движения, состав транспортного потока, видимость в плане и профиле и т.д.).

Основные требования к установке дорожных знаков.

1. Знаки должны быть установлены с видимостью в светлое время суток не менее 150 м.

2. В одном поперечном сечении дороги допускается устанавливать не более трех знаков без учета дублирующих и знаков дополнительной информации (табличек).

3. Расстояние между знаками по длине дороги должно быть не меньше рассчитанного на практическом занятии «Съезды автомобилей с дороги и наезды на препятствия».

4.2. Методика выполнения работы.

Проектирование системы дислокации дорожных знаков производится по принципу «от общего к частому». Сначала проектируются указательные знаки, передающие водителю общие сведения, затем последовательно проектируют знаки, сообщающие предупреждающую и запрещающую информацию.

Последовательность выполнения работы.

1. Проектирование дислокации дорожных знаков обеспечивающих водителя общей информацией о маршруте движения, пройденном пути, направлении движения, расстояниях до узловых пунктов, названиях населенных пунктов, природных объектов, о размещении пунктов обслуживания (указательные знаки).

Знаки устанавливают в следующей последовательности: 5.1., 5.3., 5.2., 5.4. [6,7]. Для информирования других водителей, выезжающих с боковых съездов на эти дороги, знаки 5.1. и 5.3. устанавливают на этих съездах с табличкой 7.1.1. [6,7]. Затем последовательно намечают места установки знаков 5.20.1. и 5.20.2., 5.21.1. и 5.21.2., 5.27., 5.22. и 5.24., 5.23. и 5.25., 5.26., 5.28., 5.29.1. и 5.29.2., знаков сервиса 6.1.÷6.12. [6,7]. Ориентировочно намечают содержание изображений предварительных указателей направлений (5.20.1.) и расстояний (5.27.), учитывая необходимость информирования в первую очередь водителей, не знакомых с дорогой.

Выделяют участки с характерными условиями движения и проверяют их транспортно-эксплуатационные характеристики согласно требо-

ваниям безопасности и удобства движения в различное время суток и в различных погодных условиях. Неблагоприятные места, о которых водителей информируют посредством предупреждающих знаков и знаков приоритета. Разделяют дороги на две группы участков – не населенных пунктов и в населенных пунктах. На каждом из участков выделяют зоны, обладающие потенциальной или реальной опасностью возникновения ДТП. К таким зонам относятся: железнодорожные переезды; пересечения с трамвайными линиями; пересечения дорог; места светофорного регулирования; разводные мосты; выезд на набережную; повороты с малыми радиусами кривизны; крутые подъемы и спуски; участки дорог со скользким или неровным покрытием; участки дорог с выбросом щебня или гравия из-под колес в направлении, обратном движению; сужение дороги; переход от одностороннего к двух стороннему движению; пешеходные переходы; участки дорог с близостью детских учреждений; пересечения с велосипедными дорожками; места проведения ремонтных работ; места перегона скота; возможные места появления диких животных; падения камней; возможные места внезапных сильных порывов ветра (особенно бокового ветра); места внезапного появления низколетящих самолетов; места с ограниченной видимостью в плане и профиле; скрытые за препятствиями тоннели; места выезда на главную дорогу; узкие места с преимущественным правом проезда в одном из направлений.

Информирование водителей в перечисленных зонах осуществляется установкой предупреждающих знаков 1.1.÷1.31. или знаков приоритета 2.1.÷2.7. [6,7] на необходимом расстоянии от опасной зоны. Зоны и границы определяют по плану и продольному профилю дороги (при возможности, по графику коэффициентов аварийности, графику уровней загрузки, графику скоростей движения и коэффициентов безопасности, а также по статистическим данным о ДТП).

2. Проектирование знаков в неблагоприятных по условиям движения местах с целью упорядочения направлений и скорости движения, повышение средней скорости движения транспортного потока, пропускной способности дороги и безопасности движения. Проектируют предписывающие знаки, а также знаки информирующие водителя о направлении движения по полосам. Уточняют места расстановки других информационно-указательных знаков (рассмотренные знаки характерны для улично-дорожной сети городов, поэтому для загородных дорог разработка дислокации знаков имеет небольшое значение).

Выделение мест, где необходимо направить движение по строго по определенным направлениям, устанавливают знаки 4.1.1.÷4.1.6. [6,7]. На многополосных дорогах устанавливают знаки 5.7. и 5.8. [6,7]. В условиях недостаточной метеорологической видимости или в темное время суток увеличивается вероятность наезда на препятствие. Для своевременного информирования водителей устанавливают знаки 4.2.1.÷4.2.3. [6,7]. В местах с высоким уровнем загрузки условия движения можно улучшить путем введения знака ограничения скорости (4.7.). Выделение и обозначение полос для транспортных средств общего пользования, мест и зон для разворота, места для стоянки и пешеходные переходы.

3. Детально рассматривают места, не удовлетворяющие требованиям безопасности движения, несущей способности искусственных сооружений, санитарным нормам и т.д. В этих местах проектируют запрещающие знаки [6,7]. К участкам ограничения скорости относятся: зоны оживленного пешеходного и велосипедного движения вдоль или поперек проезжей части, зоны возможного скопления людей; автобусные остановки, места кратковременной и длительной стоянки автомобилей; участки с частой сменой полос движения; зоны пересечения, слияния и разветвления транспортных потоков и изменения траектории движения (коэффициент безопасности менее 0,6); зоны с резким снижением скорости движения

транспортных потоков из-за наличия в потоке медленно движущихся транспортных средств; места, в которых ширина проезжей части, число полос, габариты высоты или допустимые нагрузки меньше, чем на смежных участках; места с ограниченной видимостью в плане и профиле; места с густым туманом, гололедом, сильным боковым ветром, неровностью покрытия, опасностью появления камнепада, выходом животных на дорогу; места со светофорным регулированием, односторонним движением, с организацией приоритетного движения общественного пассажирского транспорта, реверсивным движением.

Данные конфликтные участки следует как можно быстрее перепроектировать, а на период до устранения выставить знаки, вводящие те или иные ограничения.

Минимальный предел ограничения скорости на дороге – 40 км/час, кроме случаев, когда ограничение вводится на участках со скользким покрытием, имеющим коэффициент сцепления менее 0,2 (гололед, снежно-ледяной накат, наличие на проезжей части раскисших глинистых грунтов).

4. Корректировка дислокации с целью изыскания возможностей уменьшения числа дорожных знаков без ущерба для безопасности движения. Уточнение необходимости введения ступенчатого ограничения скоростей движения. Окончательное уточнение размеров дорожных знаков и их конструкции. Устранение знаков, противоречащих друг другу, а также решение вопросов о необходимости установки предварительных повторных и дублирующих знаков.

5. Нанесение дорожной разметки, установка ограждений и направляющих устройств при составлении схемы обустройства автомобильной дороги.

5.1. Нанесение дорожной разметки.

Дорожная разметка выполняется в соответствии с требованиями нормативно-технической документации [3,4,5].

Разметка автомобильных дорог является эффективным средством улучшения организации и повышения безопасности движения транспорта и пешеходов. Она помогает водителю выбирать правильное положение автомобиля на проезжей части дороги, особенно в случаях сложных пересечений и примыкания, скорость движения, а также служит для обозначения на дороге опасных участков. При этом очень важно обеспечить строгое соответствие разметки и устанавливаемых на дороге знаков, светофоров и других средств организации движения. Для улучшения видимости разметки в темное время суток она дополняется светоотражающими элементами.

Разметка делится на две группы: горизонтальную и вертикальную. Каждому виду разметки присвоен номер, состоящий из цифр. Первое число - номер группы, к которой принадлежит разметка (1 - горизонтальная, 2 - вертикальная); второе - порядковый номер разметки в группе; третье - новизность разметки. Числа в номере разделены точками.

В горизонтальную разметку входит продольная, поперечная и другие виды разметки (островки, надписи, обозначающие названия населенных пунктов, маршрутов следования, светоотражающие элементы и т. п.), наносимые на поверхность проезжей части дорог. В вертикальную разметку входят линии, наносимые на элементы дорожных сооружений, обстановки дорог и бордюры, а также светоотражающие элементы.

5.1.1. Двухполосные дороги.

Расстояние от края проезжей части до краевой линии 1.1 должно быть не более 0,2 м.

Целесообразность нанесения линии 1.5 или 1.1 для разделения транспортных потоков противоположных направлений определяется исходя из режима движения транспорта, который, в свою очередь, зависит от интенсивности и состава транспортного потока, а также ширины проезжей части.

Выбор того или иного вида разметки производится по табл. 5.1.

Таблица 5.1.

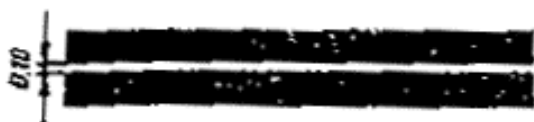
Нормативные данные для выбора типа дорожной разметки

Количество легковых автомобилей в транспортном потоке, %	Интенсивность движения в двух направлениях, при которой необходимо нанесение осевой разметки	
	с помощью прерывистой линии 1.5	с помощью сплошной линии 1.1
0-20	100-1100	1100-1800
20-50	50-900	900-1700
>50	0-700	700-1500

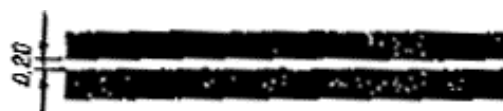
Примечание. Если интенсивность движения превышает величины, указанные в таблице, необходимо увеличение числа полос движения.

Основные виды разметки приведены на рисунке 5.1.

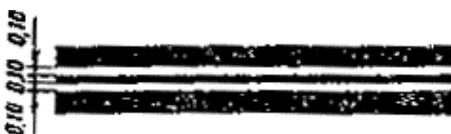
а)



б)



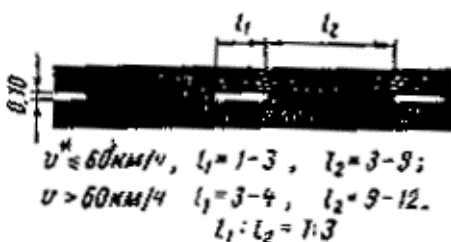
в)



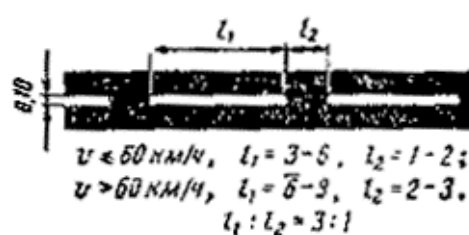
г)



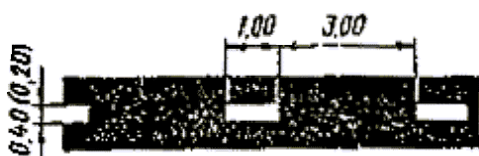
д)



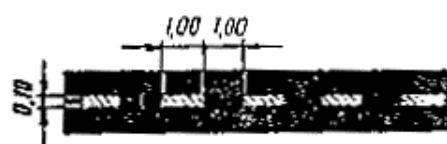
е)



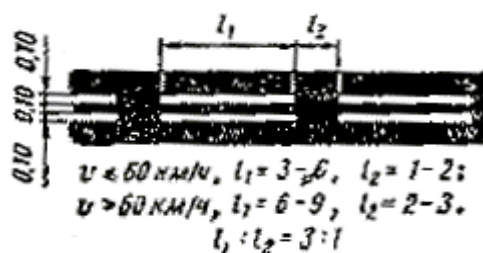
ж)



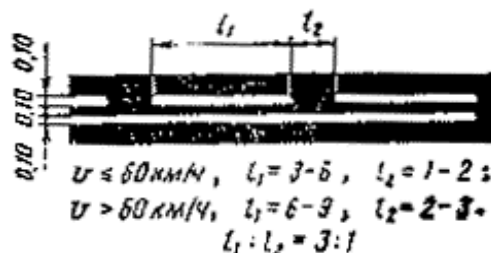
з)



и)



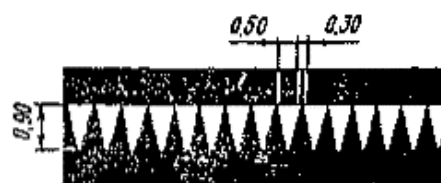
к)



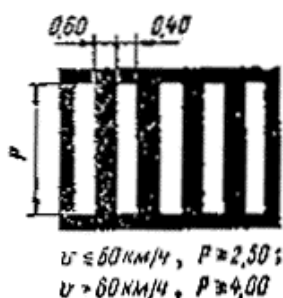
л)



м)



н)



о)

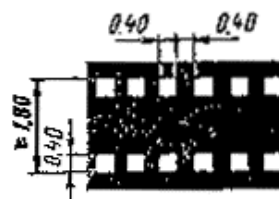


Рисунок 5.1. Основные виды дорожной разметки: а) разделение транспортных потоков противоположных направлений; б) обозначение края проезжей части на дорогах, отнесенных по условиям движения к скоростным; в) разделение транспортных потоков противоположных направлений; г) обозначение мест, где запрещена остановка транспортных средств; д) разделение транспортных потоков противоположных направлений; е) обозначение приближения к сплошной линии продольной разметки; ж) обозначение границы между полосой ускорения или замедления (переходно-скоростной полосой) и основной полосой проезжей части; з) обозначение мест, где запрещена стоянка транспортных средств; и) обозначение реверсивных полос; к) разделение транспортных потоков противоположных или попутных направлений в местах, где необходимо ограничить маневрирование на проезжей части; л) обозначение места остановки транспортных средств - «стоп-линий»; м) обозначение места, где водитель обязан уступить дорогу; н) обозначение пешеходного перехода «зебра»; о) обозначение переезда для велосипедистов.

5.1.2. Трехполосные дороги.

Схема разметки трехполосной дороги на подъеме зависит от длины

подъема и разметки дороги на прилегающих горизонтальных участках, которая, в свою очередь, осуществляется в соответствии с режимами движения транспорта.

В случае, когда длина подъема не превышает 1200 м, движение в сторону подъема организуется в две полосы. При этом правая полоса, предназначенная для медленно движущихся транспортных средств, отделяется от средней полосы с помощью прерывистой линии 1.5, а в зоне, где видимость менее допустимой, с помощью барьерной линии 1.11 для запрещения перехода медленно движущихся автомобилей на среднюю полосу. При этом линии 1.11 предшествует линия приближения 1.6.

Полоса встречного движения отделяется от полос движения в сторону подъема сплошной линией 1.1, которой с обоих концов предшествует линия приближения 1.6.

По краям проезжей части наносится краевая разметка с помощью сплошной линии 1.1, а в местах уменьшения числа полос для движения в данном направлении наносятся направляющие стрелы 1.16.

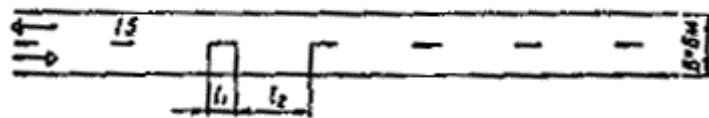
Если длина подъема превышает 1200 м, то при его разметке необходимо предусмотреть возможность обгона как для легковых автомобилей, движущихся на подъеме, так и для грузовых. Кроме того, при нанесении разметки необходимо через 700-800 м позволить автомобилям, движущимся на спуск, также совершать маневр обгона. При этом необходимо запретить маневры обгона в зоне с ограниченной видимостью.

Разметка должна быть дополнена необходимыми дорожными знаками.

Основные схемы разметки двухполосных и трехполосных дорог на прямых горизонтальных участках (рис. 5.2) [4].

Двухполосные дороги.

а) без обозначения края проезжей части.

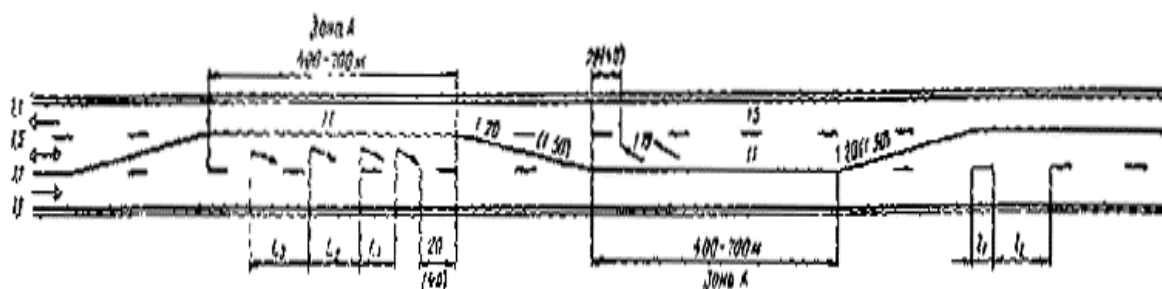
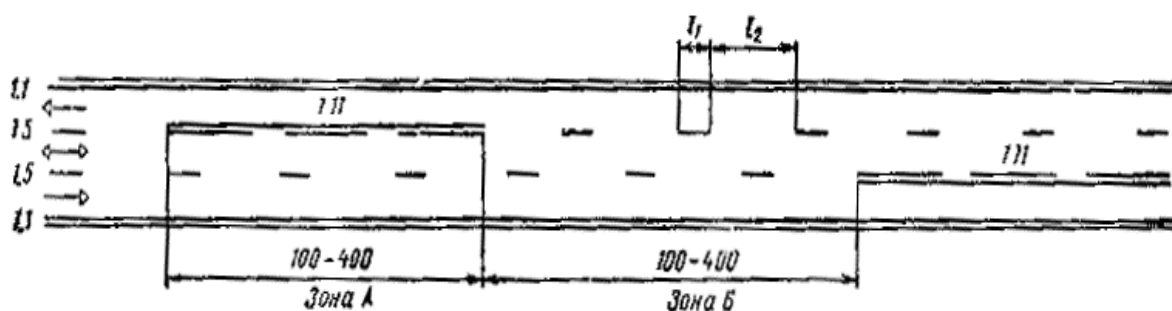
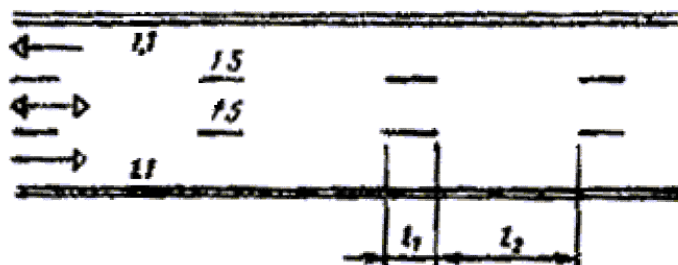


б) с обозначением края проезжей части.

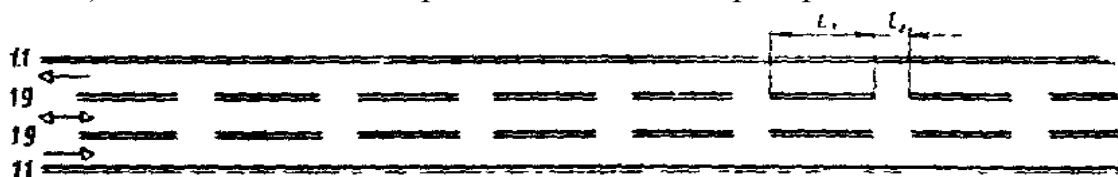


Трехполосные дороги.

а) с использованием средней полосы для обгонов



б) с использованием средней полосы для реверсивного движения



Разметка автомобильных дорог на участках горизонтальных кривых малого радиуса.

Двухполосные дороги

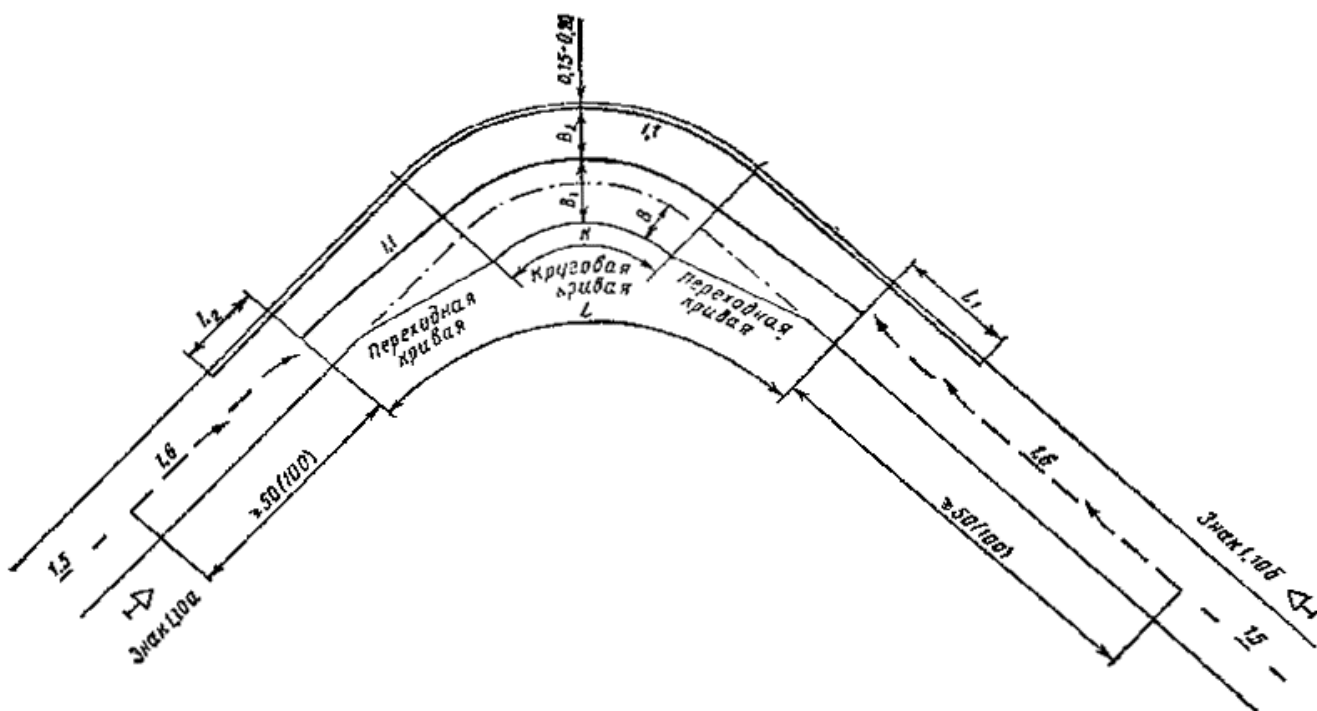
а) при $P = 0,1 - 1,0$ – где P – условная плавность закругления.

условную плавность закругления P , определяем по формуле:

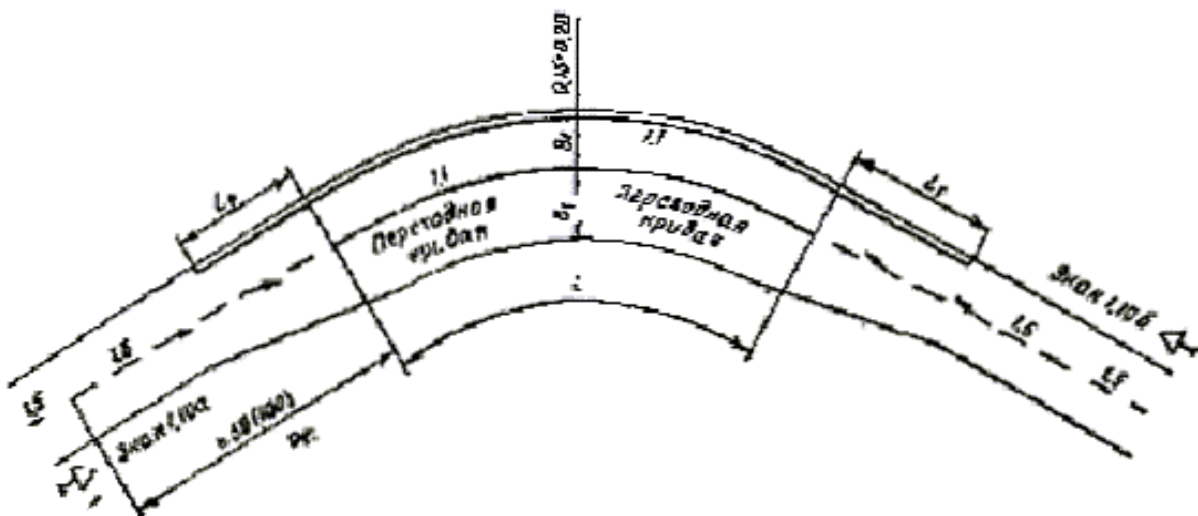
$$P = \frac{R}{d100} \quad (5.1)$$

где R - радиус кривой, м;

d - угол поворота трассы, рад.



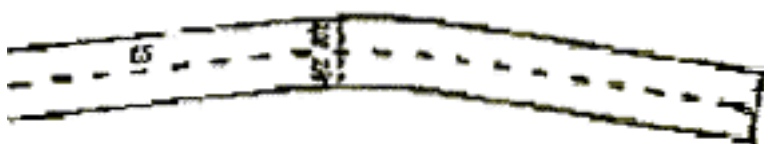
б) при $P = 1,0 - 5,0$



в) при $P = 5,0 - 19,0$

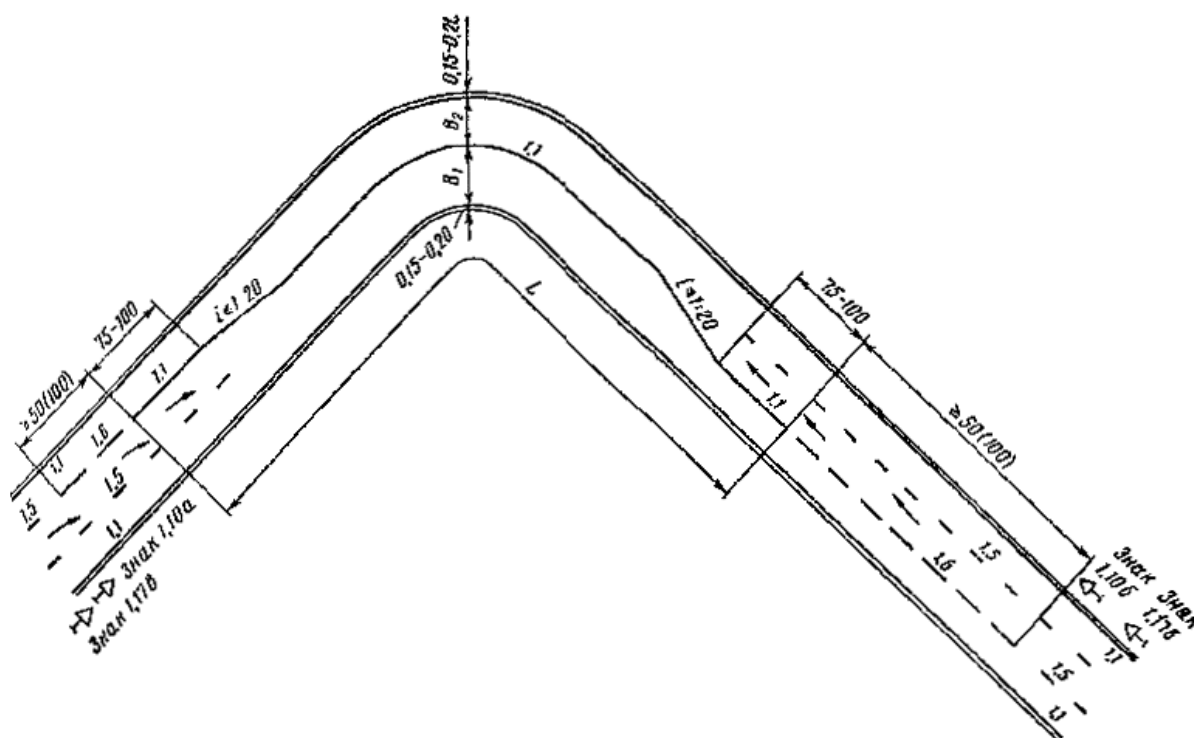


г) при P более 19,0

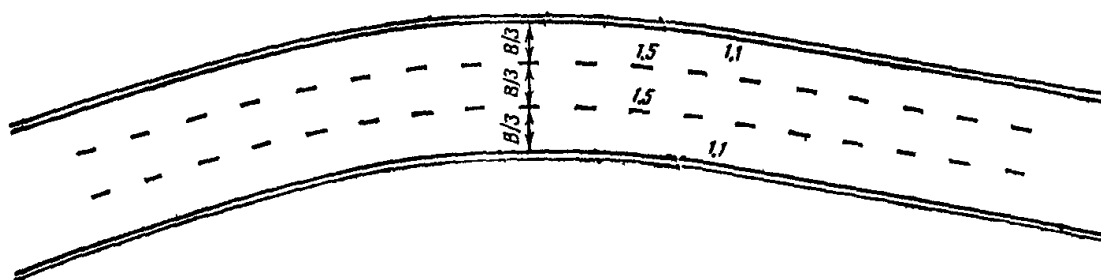
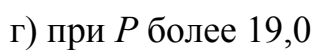
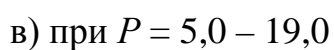


Трехполосные дороги

а) при $P = 0,1 - 1,0$



б) при $P = 1,0 - 5,0$



5.2. Обустройство дорог и защитные дорожные сооружения.

К обустройству дорог относятся технические средства организации дорожного движения (ограждения, знаки, разметка, направляющие устройства, сети освещения, светофоры, системы автоматизированного управления движением), озеленение, малые архитектурные формы [2].

Дорожные ограждения по условиям применения разделяются на две группы [2,4].

К ограждениям первой группы относятся барьерные конструкции (высотой не менее 0,75 м) и парапеты (высотой не менее 0,6 м), и предназначенные для предотвращения вынужденных съездов транспортных средств на опасных участках дороги, с мостов, путепроводов, а также столкновений со встречными транспортными средствами и наездов на массивные препятствия и сооружения.

К ограждениям второй группы относятся сетки, конструкции перильного типа и т. п. (высотой 0,8 - 1,5 м), предназначенные для упорядочения движения пешеходов и предотвращения выхода животных на проезжую часть.

Ограждения первой группы должны устанавливаться на обочинах участков автомобильных дорог I - IV категорий проходящих по насыпям крутизной откоса 1:3 и более в соответствии с требованиями, приведенными в табл. 5.2 [2,9].

Таблица 5.2.

Требования к установке ограждений первой группы.

Участки автомобильных дорог	Продольный уклон, %	Перспективная интенсивность движения, приведенная, ед/сут, не менее	Минимальная высота насыпи, м
1	2	3	4
Прямолинейные, кривые в плане радиусом более 600 м и с внутренней стороны кривых в плане радиусом менее 600 м на спуске или после него	До 40	2000 1000	3,0 4,0
То же	40 и более	2000 1000	2,5 3,5
С внешней стороны кривых	До 40	2000	2,5

продолжение табл. 5.2.

1	2	3	4
в плане радиусом менее 600 м на спуске или после него		1000	3,5
На вогнутых кривых в продольном профиле, сопрягающим встречные уклоны с алгебраической разностью 50 ‰ и более	-	2000 1000	2,5 3,5
С внешней стороны кривых в плане радиусом менее 600 м на спуске или после него	40 и более	2000 1000	2,0 3,0

Ограждения первой группы должны устанавливаться:

- в местах расположенных параллельно железнодорожным линиям, болотам и водным потокам глубиной 2 м и более, оврагам и горным ущельям на расстоянии до 25 м от кромки проезжей части при перспективной интенсивности движения не менее 4000 приведенных ед/сут и до 15 м при перспективной интенсивности менее 4000 приведенных ед/сут;

- пролегающих на склонах местности крутизной более 1:3 (со стороны склона) при перспективной интенсивности движения не менее 4000 приведенных ед/сут;

со сложными пересечениями и примыканиями в разных уровнях;

- с недостаточной видимостью при изменении направления дороги в плане.

Следует предусматривать ограждение опор путепроводов, консольных и рамных опор информационно-указательных дорожных знаков, опор освещения и связи, расположенных на расстоянии менее 4 м от кромки проезжей части.

На обочинах дорог ограждения первой группы должны быть расположены на расстоянии не менее 0,5 м и не более 0,85 м от бровки земляного полотна в зависимости от жесткости конструкции дорожных ограждений.

На обочинах автомобильных дорог рекомендуется устанавливать ограждения:

- барьерные односторонние металлические энергопоглощающие с шагом стоек 1 м - с внешней стороны кривых в плане радиусом менее 600 м дорог I и II категорий;
- барьерные односторонние металлические энергопоглощающие с шагом стоек 2 м - на дорогах I и II категорий, кроме внутренней стороны кривых в плане радиусом менее 600 м;
- барьерные односторонние металлические энергопоглощающие с шагом стоек 3 м - на дорогах I и II категорий, кроме кривых в плане радиусом менее 600 м;
- барьерные односторонние металлические энергопоглощающие с шагом стоек 4 м - с внутренней стороны кривых в плане радиусом менее 600 м дорог I и II категорий;
- барьерные односторонние металлические жесткие - на дорогах I и II категорий, кроме внутренней стороны кривых в плане радиусом менее 600 м, и на прямолинейных участках и кривых в плане радиусом более 600 м дорог III категории;
- барьерные односторонние с металлической планкой на железобетонных стойках - с внутренней стороны кривых в плане радиусом менее 600 м дорог I и II категорий и на дорогах III категории;
- барьерные односторонние железобетонные с шагом стоек 1,25 м - с внутренней стороны кривых в плане радиусом менее 600 м дорог IV категории;
- барьерные односторонние железобетонные с шагом стоек 2,5 м - на прямолинейных участках и кривых в плане радиусом более 600 м дорог III категории и на дорогах IV категории;

- барьерные односторонние тросовые – с внутренней стороны кривых в плане радиусом менее 600 м дорог III категории и на дорогах IV категории;

- парапетного типа – в горной местности на участках дорог I - IV категорий, а при технико-экономическом обосновании - и на участках дорог V категории..

При сопряжении дорожных барьерных металлических энергопоглощающих ограждений с мостовыми ограждениями следует предусматривать постепенное доведение шага стоек дорожных ограждений до 1 м. При этом протяженность участков с одинаковым шагом стоек должна быть равна 8 м.

Примечания: 1. В пределах переходных плит в местах соединения пролетных строений мостов и путепроводов с земляным полотном дороги следует применять ограждения той же конструкции, как на пролетных строениях. 2. В местах деформационных швов стыки балки ограждений следует выполнять с телескопирующим устройством.

Сопряжение двух односторонних металлических ограждений барьерного типа, расположенных параллельно на разделительной полосе дороги или на обочине в местах пересечений и примыканий, следует выполнять радиусом не менее 1 м. При необходимости отклонения линии ограждения в плане его следует выполнять с отгоном не менее 10:1.

Ограждения второй группы должны устанавливаться на разделительной полосе дорог I категории напротив автобусных остановок с пешеходными переходами (в том числе подземными и надземными) в пределах всей длины остановки и на протяжении не менее 20 м в каждую сторону за пределы ее границ, а так же располагаться по оси разделительной полосы, а при наличии опор путепроводов, освещения, консольных и рамных опор информационно-указательных дорожных знаков – вдоль оси разделитель-

ной полосы на расстоянии не менее 1 м от кромки проезжей части для секток и не менее 0.5 м для ограждений перильного типа.

Автомобильные дороги I категории, а также опасные участки дорог II – V категорий, когда не требуется искусственное освещение и установка ограждений первой группы, должны быть оборудованы направляющими устройствами в виде отдельно стоящих сигнальных столбиков высотой 0,75 - 0,8 м.

Сигнальные столбики на обочинах дорог II - V категорий следует устанавливать:

- в пределах кривых в продольном профиле и на подходах к ним (по три столбика с каждой стороны) при высоте насыпи не менее 2 м и интенсивности движения не менее 2000 приведенных ед/сут. на расстояниях, указанных в табл. 5.3 [2,9].

Таблица 5.3.

Расстояние между сигнальными столбиками в зависимости от радиуса кривой.

Радиус кривой в продольном профиле, м	Расстояние между столбиками, м			
	в пределах кривой	на подходах к кривой		
		от начала до первого	от первого до второго	от второго до третьего
200	7	12	23	47
300	9	15	30	50
400	11	17	33	50
500	12	19	37	50
1000	17	27	50	50
2000	25	40	50	50
3000	31	47	50	50
4000	35	50	50	50
5000	40	50	50	50
6000	45	50	50	50
8000	50	50	50	50

- в пределах кривых в плане и на подходах к ним (по три столбика с каждой стороны) при высоте насыпи не менее 1 м на расстояниях, указанных в табл. 5.4 [2,9].

Таблица 5.4.

Расстояние между столбиками в зависимости от радиуса кривой.

Радиус кривой в плане, м	Расстояние между столбиками, м				
	в пределах кривой		на подходах к кривой		
	на внешней стороне	на внутренней стороне	от начала до первого	от первого до второго	от второго до третьего
20	3	6	6	10	20
30	3	6	7	11	21
40	4	8	9	15	31
50	5	10	12	20	40
100	10	20	25	42	50
200	15	30	30	45	50
300	20	40	36	50	50
400	30	50	50	50	50
500	40	50	50	50	50
600	50	50	50	50	50

- на прямолинейных участках дорог при высоте насыпи не менее 2 м и интенсивности движения не менее 2000 приведенных ед/сут. через 50 м;
- в пределах кривых на пересечениях и примыканиях дорог в одном уровне на расстояниях, указанных в табл. 5.4. для внешней стороны кривой;
- на дорогах, расположенных на расстоянии менее 15 м от болот и водотоков глубиной от 1 до 2 м, через 10 м;
- у мостов и путепроводов по три столбика до и после сооружения с двух сторон дороги через 10 м;
- у водопропускных труб по одному столбику с каждой стороны дороги по оси трубы..

Применение дорожных знаков должно соответствовать требованиям []. Дорожные знаки должны соответствовать требованиям [].

Применение дорожной разметки должно соответствовать требованиям ГОСТ 23457-86.

Боковик схемы обустройства дороги (рис. 5.3.), пример (рис. 5.4.).

Граница обслуживания (ДЭУ), (ДРСУ)	5
Тип ограждения	10
Начало. Длина. Конец барьерного ограждения, м	5
Расстояние между направляющими столбиками, м	10
Количество направляющих столбиков, шт	10
Номер маркировочной линии по оси по ГОСТ Р 51256 – 99, протяжение, м	10
Номер краевой маркировочной линии по ГОСТ Р 51256 – 99, протяжение, м	10
Номер прочей разметки по ГОСТ Р 51256 – 99, м	5
Тротуары и пешеходные дорожки	5
Велосипедные дорожки	5
Пикетаж, разметка проезжей части, ограждение, искусственные сооружения, номера знаков и указателей по ГОСТ 10807 и их местоположение	100
Велосипедные дорожки	5
Тротуары и пешеходные дорожки	5
Номер краевой маркировочной линии по ГОСТ Р 51256 – 99, м	10
Протяжение, м	10
Расстояние между направляющими столбиками, м	10
Количество направляющих столбиков, шт.	10
Начало. Длина. Конец барьерного ограждения, м	5
Тип ограждения	10
Пикеты и километры	10
100	

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
1. Определение технической возможности водителя предотвратить ДТП торможением.	4
2. Назначение макрошероховатости покрытия по условиям удаления воды из зоны контакта шин с покрытием.	8
3. Съезды автомобилей с дороги и наезды на препятствия.....	18
4. Определение дислокации дорожных знаков на автомобильной дороге при составлении схемы обустройства автомобильной дороги.....	30
5. Нанесение дорожной разметки, установка ограждений и направляющих устройств при составлении схемы обустройства автомобильной дороги	33

ЛИТЕРАТУРА

1. ВСН 38 – 90. Технические указания по устройству дорожных покрытий с шероховатой поверхностью. / Минавтодор. – М.: Транспорт, 1990 г.
2. ВСН 37 – 84. Инструкция по организации движения и ограждению мест производства дорожных работ. / Минавтодор. – М.: Транспорт, 1985 г.
3. ВСН 23 – 75. Указания по разметке автомобильных дорог. / Минавтодор. – М.: Транспорт, 1988 г.
4. ГОСТ Р 51256 – 99. Разметка дорожная. Типы и основные параметры. Общие технические требования.
5. ГОСТ Р 21.1207 – 97. СПДС. Условные графические обозначения на чертежах автомобильных дорог.
6. ГОСТ 23457 – 86. Технические правила организации дорожного движения. Правила применения.
7. ГОСТ 10807 – 78. Знаки дорожные. Общие технические условия.
8. Залуга В.П. Пассивная безопасность автомобильных дорог: Основные понятия и характеристики. Учебное пособие. – М.: МАДИ, 1981 г.
9. СНиП 2.05.02 – 85. Госстрой СССР. Автомобильные дороги.
10. Ротенберг Р.В. Основы надежности системы водитель – автомобиль – дорога – среда – М.: Машиностроение, 1986 г.